

(11)特許出願公開番号

特開2002-108029

( P2002-108029A)

(43)公開日 平成14年4月10日(2002.4.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース*(参考)
G 0 3 G 15/00	3 0 3	G 0 3 G 15/00	3 0 3 2 G 0 5 9
G 0 1 N 21/47		G 0 1 N 21/47	F 2 H 0 2 7
G 0 3 G 21/00	5 1 0	G 0 3 G 21/00	5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2000-298905(P2000-298905)

(22) 出願日 平成12年9月29日(2000.9.29)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 中里 博

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 ▲濱▼ 高志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100105935

弁理士 振角 正一 (外1名)

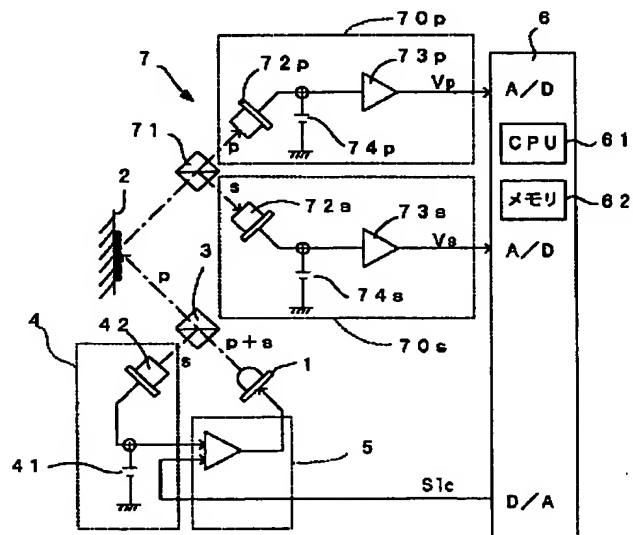
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 感光体や転写媒体などの像担持体上に付着するトナー量を高精度に測定することができる画像形成装置を提供する。

【解決手段】 照射光量モニタ用受光素子4の出力側に入力オフセット電圧41が印加されており、光量制御信号S1cが所定信号レベルを超えない限り、発光素子1が消灯状態に維持される。そして、像担持体2に照射光を照射してトナー量を測定するのに先立って、所定信号レベル以下の光量制御信号が照射光量調整ユニット5に与えられ、発光素子1は確実に消灯される。そして、その消灯時に反射光量検出ユニット7からの出力電圧Vp、Vsを暗出力電圧としてメモリ62に記憶しておく。また、実際のトナー量測定では、照射光を像担持体2に照射するとともに、反射光量検出ユニット7からの出力電圧Vp、Vsから暗出力電圧を差し引いて暗出力電圧の影響を排除している。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 発光素子から像担持体に向けて光を照射するとともに、前記像担持体から反射された光を受光素子で受光し、前記受光素子からの出力に基づき制御手段が前記像担持体に付着するトナー量を求める画像形成装置において、

前記受光素子の出力に所定の出力オフセットを付与することを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】 前記制御手段から与えられる光量制御信号に応じて前記発光素子を制御し、前記発光素子から照射される光量を制御する照射光量調整手段をさらに備え、

前記照射光量調整手段は、前記光量制御信号が所定の入力オフセットを超えない間、前記発光素子を消灯する請求項1記載の画像形成装置。

【請求項3】 像担持体に付着するトナー量を測定する画像形成装置において、

前記像担持体に向けて光を照射する発光素子と、

外部から与えられる光量制御信号に応じて前記発光素子を制御し、前記発光素子から照射される光量を制御する照射光量調整手段と、

前記像担持体から反射された光を受光し、その受光量に対応する信号を出力する受光素子と、

前記照射光量調整手段に光量制御信号を与えて前記発光素子からの光量を設定するとともに、前記受光素子からの出力信号に基づき前記像担持体に付着するトナー量を求める制御手段とを備え、

前記照射光量調整手段は、前記制御手段から与えられる前記光量制御信号が所定の入力オフセットを超えない間、前記発光素子を消灯することを特徴とする画像形成装置。

【請求項4】 前記発光素子から前記像担持体に向けて照射される光の一部を所定の比率で分割して取り出す照射側ビームスプリッターと、

前記照射側ビームスプリッターによって取り出された光を受光し、前記像担持体に対する照射光量に比例する信号を出力する照射光量モニタ手段とを備え、

前記照射光量調整手段は、前記制御手段から与えられる光量制御信号と、前記照射光量モニタ手段の出力に所定のオフセットが付与された信号とに基づき前記発光素子をフィードバック制御する請求項2または3記載の画像形成装置。

【請求項5】 前記制御手段は、前記像担持体上のトナー濃度に応じた光量制御信号を前記照射光量調整手段に与えて照射光量を調整する請求項2ないし4のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項6】 前記制御手段は、前記照射光量の調整に先立って、互いに異なる少なくとも2つの光量制御信号を前記照射光量調整手段に与え、各光量制御信号に設定したときの前記受光素子からの出力と、各光量制御信号

とから光量制御特性を求める一方、

前記照射光量の調整にあたっては、当該光量制御特性に基づき前記照射光量調整手段に与える光量制御信号を決定する請求項5記載の画像形成装置。

【請求項7】 前記制御手段は、前記発光素子が消灯されている際に前記受光素子から出力される信号が示す受光量情報を暗出力情報として一時的に記憶する記憶部を有するとともに、前記発光素子を点灯したときに前記受光素子から出力される信号が示す受光量情報から前記暗出力情報を差し引き、その差引値に基づきトナー量を求める請求項1ないし6のいずれかに記載の画像形成装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、像担持体に付着するトナー量を測定する画像形成装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】プリンタ、複写機およびファクシミリ装置などの電子写真方式の画像形成装置では、画像濃度の安定化などを図るために、感光体や転写媒体などの像担持体に付着するトナー量を測定している。このようにトナー量を測定する具体的な構成としては、例えば特開2000-29271号公報に記載されたものがある。この装置では、発光素子から感光体（像担持体）に向けて光を照射するとともに、感光体で反射された光を反射側受光ユニットの受光素子で受光し、その受光量（反射光量）に基づき感光体上のトナー量を求めている。

【0003】また、照射光量の安定化を図るべく、照射光の一部をビームスプリッターによって所定の比率で分割して取り出している。そして、取り出した光の光量を別の受光素子（照射側受光素子）で検出し、その検出結果が基準値となるように発光素子をフィードバック制御している。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、受光ユニットとしては例えば図21に示すようなものが従来より多用されている。図21は従来の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。この受光ユニットでは、フォトダイオードなどの受光素子PSのアノード端子は電流-電圧（I/V）変換回路を構成するオペアンプOPの非反転入力端子と接地電位とに接続されている。また、受光素子PSのカソード端子は、オペアンプOPの反転入力端子に接続されているとともに、抵抗Rを介してオペアンプOPの出力端子に接続されている。このため、受光素子PSに光が入射されて光電流*i*が流れると、オペアンプOPの出力端子からの出力電圧V0は、

$$V0 = i \cdot R$$

となり、反射光量に対応した信号が受光ユニットから出力される。

【0005】このように構成された受光ユニットでは、その出力信号レベル、例えば出力電圧は受光量、つまり感光体からの反射光量にほぼ比例して変化するので、通常、受光ユニットの回路は図22の実線に示すような特性の検出信号が得られるように構成する。しかしながら、受光ユニットやその他の回路素子のばらつき、環境条件による特性変化、耐久劣化による特性変化等によっては図22の破線や一点鎖線のような特性になる場合がある。

【0006】図22の一点鎖線のような特性の場合について考える。仮に、図21の回路が(+15V)の電源と(-15V)の電源を用いるような両電源回路で構成されていたとすると、反射光量がゼロの時、マイナスの電圧が出力されることになる。しかし、両電源回路は電源部のコストが上昇するため、現実の装置では(+5V)電源のみのような片電源の回路で構成することが多い。ところが、片電源の場合、図22の一点鎖線の特性を考えると、出力電圧レベルがゼロのまま変化しない、いわゆる不感帯の領域ができてしまう。すなわち、反射光量が小さくなってしまいうようなトナー量に対してはトナー量測定ができないという問題があった。特に、高濃度のブラックトナーを検出しようとする際には、ブラックトナーが光を吸収してしまう性質上、反射光量の減少が激しく、上記の問題が顕著なものとなる。

【0007】ここで、高濃度側でのトナー量測定において、発光素子からの照射光量を高めて反射光量を増大させることも考えられる。しかしながら、それだけでは問題となる領域をシフトさせることができるだけで、更に高濃度のトナー量において同様の問題が発生し、問題を完全に解決できるものではない。また、従来装置では発光素子からの照射光量を単一の光量にしか設定することができない。このように従来装置では、限られた濃度範囲でしかトナー量を正確に測定することができない。

【0008】また、図22の破線のような特性について考えると、発光素子が光を照射していない状態であっても出力がゼロにならない、いわゆる暗出力が出力されることになる。そのため、発光素子から光を感光体に照射し、その反射光量を検出したとしても、その検出結果には暗出力成分が含まれることとなる。

【0009】しかも、暗出力は受光ユニットの暗電流やオペアンプのオフセットといった特性が関係しており、装置周辺温度などの環境条件や装置構成部品の経時変化変動する。そのため、高精度なトナー量測定を困難にしていた。

【0010】これらの問題に対して従来は装置内部に設けた調整回路によってばらつきを抑えるようにしていた。しかしながら、そのような構成は、受光ユニットの回路が複雑になるとともに、繰り返し調整が必要になるためにコスト上昇を招き、また、調整バラツキなどの別の要因により高精度な測定が困難になるなどの課題を有

していた。

【0011】この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、感光体や転写媒体などの像担持体上に付着するトナー量を高精度に測定することができる画像形成装置を安価に提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は、発光素子から像担持体に向けて光を照射するとともに、像担持体から反射された光を受光素子で受光し、受光素子からの出力に基づき制御手段が像担持体に付着するトナー量を求める画像形成装置であって、上記目的を達成するため、受光素子の出力に所定の出力オフセットを付与している。

【0013】このように構成された発明では、反射光量がゼロであるときであっても、受光素子からの出力はゼロ以上の値を有し、しかも反射光量の増大に比例して受光素子からの出力も増大する。このように出力オフセットを付与することで図22における一点鎖線に示すような不感帯の影響を排除することができ、反射光量に応じた出力を得ることができる。

【0014】また、制御手段から与えられる光量制御信号に応じて発光素子からの照射光量を制御するために照射光量調整手段を設けた場合、制御手段から与えられる光量制御信号が所定の入力オフセットを超えない間、発光素子が消灯されるように照射光量調整手段を構成してもよい。このように構成することで、光量制御信号が所定信号レベルを超えない限り、発光素子は消灯状態に維持され、装置の誤作動を未然に防止することができる。

【0015】また、発光素子から像担持体に向けて照射される光の一部を所定の比率で分割して取り出す照射側ビームスプリッターと、照射側ビームスプリッターによって取り出された光を受光し、像担持体に対する照射光量に比例する信号を出力する照射光量モニタ手段とを設け、照射光量調整手段が制御手段から与えられる光量制御信号と、照射光量モニタ手段の出力信号とに基づき発光素子をフィードバック制御することで照射光量を調整するようにしてもよいが、照射光量モニタ手段の出力に所定のオフセットを付与しておくことで、光量制御信号が所定信号レベル以下である間、発光素子を確実に消灯するような入力オフセットを持たせることができ、装置の誤作動を未然に防止することができる。

【0016】また、像担持体上のトナー濃度に応じた光量制御信号を照射光量調整手段に与えて照射光量を調整するように構成してもよく、これによってトナー濃度が低濃度から高濃度に至るまで広範囲にわたって像担持体上のトナー量を精度良く測定することができる。

【0017】また、照射光量を調整する場合、光量制御信号に対する照射光量の変化特性を示す光量制御特性を予め求めておくことが望ましい。例えば、照射光量の調整に先立って、互いに異なる少なくとも2つの光量制御

信号を照射光量調整手段に与え、各光量制御信号に設定したときの受光素子からの出力と、各光量制御信号とから光量制御特性を求める一方、照射光量の調整にあたっては、当該光量制御特性に基づき照射光量調整手段に与える光量制御信号を決定するように制御手段を構成することで照射光量を適切に、しかも高精度に制御することができる。

【0018】さらに、発光素子が消灯されている際にも受光素子からの出力、いわゆる暗出力は必ずゼロとなるわけではなく、しかも暗出力は装置周辺温度・湿度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって変動する。そこで、発光素子が消灯されている際に受光素子から出力される信号が示す受光量情報を暗出力情報として一時的に記憶する記憶部を設けておき、発光素子を点灯したときに受光素子から出力される信号が示す受光量情報から暗出力情報を差し引き、その差引値に基づきトナ一量を求めるように制御手段を構成することができる。これによって、暗出力の影響を排除して正確なトナ一量の測定が可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】A. 第1実施形態

図1は、この発明にかかる画像形成装置の第1実施形態を示す図である。この画像形成装置には、LEDなどの発光素子1が設けられ、感光体や中間転写ベルトなどの像担持体2に向けて光を照射している。また、この実施形態では、照射光の照射光量を調整するために、偏光ビームスプリッター3、照射光量モニタ用受光ユニット4および照射光量調整ユニット5が設けられている。

【0020】この偏光ビームスプリッター3は、同図に示すように、発光素子1と像担持体2との間に配置されており、像担持体2上における照射光の入射面に平行な偏光方向を有するp偏光と、垂直な偏光方向を有するs偏光とに分割している。そして、p偏光についてはそのまま像担持体2に入射する一方、s偏光については偏光ビームスプリッター3から取り出された後、照射光量モニタ用の受光ユニット4に入射され、この受光ユニット4から照射光量に比例した信号が照射光量調整ユニット5に出力される。この信号を受け取った照射光量調整ユニット5は、CPU61およびメモリ62を備えて装置全体を制御する制御ユニット6からの光量制御信号S1cとに基づき発光素子1をフィードバック制御して発光素子1から像担持体2に照射される照射光量を光量制御信号S1cに対応する値に調整する。このように、この実施形態では、照射光量を広範囲に変更調整することができる。

【0021】また、この実施形態では、照射光量モニタ用受光ユニット4に設けられた受光素子42の出力側に入力オフセット電圧41が印加されており、光量制御信号S1cがある信号レベルを超えない限り、発光素子1が消灯状態に維持されるように構成されている。その具体

的な電氣的構成は図2に示す通りであり、従来の受光ユニット(図21)と次の点で相違している。すなわち、図21に示す従来の受光ユニットでは受光素子PSのアノード端子とオペアンプOPの非反転入力端子とはともに接地電位に直接接続されているのに対し、この実施形態ではオフセット電圧41が介挿されている。このため、受光ユニット4からの出力電圧V0は、

$$V0 = i \cdot R + V_{off}$$

(ただし、V<sub>off</sub>はオフセット電圧値である)となる。

このように構成した理由について以下説明する。

【0022】入力オフセット電圧41を印加しない場合には、図3の破線で示すような光量特性を示す。つまり、光量制御信号S1c(0)を制御ユニット6から照射光量調整ユニット5に与えると、発光素子1は消灯状態となり、光量制御信号S1cの信号レベルを高めると、発光素子1は点灯し、像担持体2上への照射光量も信号レベルにほぼ比例して増大する。しかしながら、光量特性は周辺温度の影響や照射光量調整ユニット5の構成などによって図3に示す一点鎖線や二点鎖線のように平行シフトすることがあり、仮に同図の一点鎖線のようにシフトしてしまうと、制御ユニット6から消灯指令、つまり光量制御信号S1c(0)を与えているにもかかわらず、発光素子1が点灯していることがある。これに対し、本実施形態の如く、入力オフセット電圧41を印加して予め同図の右手側にシフトさせて不感帯(信号レベルS1c(0)～S1c(1))を設けている場合(同図の実線)には、制御ユニット6から消灯指令、つまり光量制御信号S1c(0)を与えることで確実に発光素子1を消灯することができる。装置の誤作動を未然に防止することができる。

【0023】一方、信号レベルS1c(1)を超える光量制御信号S1cが制御ユニット6から照射光量調整ユニット5に与えられると、発光素子1は点灯し、像担持体2にp偏光が照射光として照射される。すると、このp偏光は像担持体2で反射され、反射光量検出ユニット7で反射光の光成分のうちp偏光の光量とs偏光の光量とが検出され、各光量に対応する信号が制御ユニット6に出力される。

【0024】この反射光量検出ユニット7は、図1に示すように、反射光の光路上に配置された偏光ビームスプリッター71と、偏光ビームスプリッター71を通過するp偏光を受光し、そのp偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット70pと、偏光ビームスプリッター71で分割されたs偏光を受光し、そのs偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット70sとを備えている。この受光ユニット70pでは、受光素子72pが偏光ビームスプリッター71からのp偏光を受光し、その受光素子72pからの出力をアンプ回路73pで増幅した後、その増幅信号をp偏光の光量に相当する信号として受光ユニット70pから出力している。また、受光ユニット70sは受光ユニット70pと同様に受光素

子72sおよびアンプ回路73sを有している。このため、反射光の光成分のうち互いに異なる2つの成分光(p偏光とs偏光)の光量を独立して求めることができる。

【0025】また、この実施形態では、受光素子72p, 72sの出力側に出力オフセット電圧74p, 74sがそれぞれ印加されており、アンプ回路73p, 73sから制御ユニット6に与えられる信号の出力電圧Vp, Vsは図4に示すようにプラス側にオフセットされている。各受光ユニット70p, 70sの具体的な電気的構成については、受光ユニット4と同一であるため、ここでは図示説明を省略する。このように構成された受光ユニット70p, 70sにおいても、受光ユニット4と同様に、反射光量がゼロであるときであっても、各出力電圧Vp, Vsはゼロ以上の値を有し、しかも反射光量の増大に比例して出力電圧Vp, Vsも増大する。このように出力オフセット電圧74p, 74sを印加することで図22の不感帯の影響を確実に排除することができ、反射光量に応じた出力電圧を出力することができる。

【0026】これら出力電圧Vp, Vsの信号は制御ユニット6に入力され、A/D変換された後、次の動作フローにしたがって像担持体2上に付着するトナー量が制御ユニット6によって求められる。以下、図5および図6を参照しつつトナー量の測定方法について詳述する。

【0027】図5は図1に示す画像形成装置の動作を示すフローチャートである。この装置では、制御ユニット6は、トナー量測定に先立って、消灯指令に相当する光量制御信号S1c(0)を照射光量調整ユニット5に出力して発光素子1を消灯する(ステップS1)。特に、この実施形態では上述したように、入力オフセット電圧41を印加することで不感帯(信号レベルS1c(0)~S1c(1))が設定されているので、光量制御信号S1c(0)を与えた際に発光素子1が確実に消灯される。

【0028】そして、この消灯状態でのp偏光の光量を示す出力電圧Vp0と、s偏光の光量を示す出力電圧Vs0とを検出し、制御ユニット6のメモリ62に記憶する(ステップS2)。すなわち、消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力情報を検出して記憶している。

【0029】そして、ステップS3を実行して像担持体2上に付着しているトナー量を求める。図6はトナー量検出(1)の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出(1)では、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(2)を設定し、この光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる(ステップS31)。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧Vp, Vsが制御ユニット6に入力される(ステップS32)。

【0030】そこで、制御ユニット6はp偏光に関して出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いてトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号SigP2を求めている(ステップS33)。また、s偏光についても、p偏光と同様に、出力電圧Vsから暗出力電圧Vs0を差し引いてトナー量に対応するs偏光の光量を表す光量信号SigS2を求めている(ステップS33)。このように、この実施形態では、測定された出力電圧Vp, Vsから暗出力電圧Vp0, Vs0を取り除いているので、トナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、トナー量に対応する出力を得ることができる。

【0031】ここで、カラートナー量が最大値に設定されている時の各光量信号値SigP2, SigS2がともに同一値(SigP2=SigS2)となるように各アンプ回路73p, 73sのゲインを設定した場合、トナー量に対する光量信号値SigP, SigSの変化を図示するとカラートナーに関しては図7、ブラックトナーに関しては図8のようになる。これらのグラフから明らかなように、トナー量の変化に応じて光量信号SigP2, SigS2も大きく変化し、特にカラートナーについては出力比(=SigP2/SigS2)はトナー量の増大にしたがって減少(図示なし)し、トナー量最大で「1」(SigP2=SigS2)となる。

【0032】次のステップS34では、上記のようにして補正された光量信号SigP2, SigS2の比を求め、その出力比(=SigP2/SigS2)に基づきトナー量D1(図7および図8参照)を検出する(ステップS35)。

【0033】以上のように、この第1実施形態では、像担持体2からの反射光の光成分のうちp偏光の光量(光量信号SigP2)およびs偏光の光量(光量信号SigS2)を独立して求め、それらの出力比(=SigP2/SigS2)に基づき像担持体2上に付着するトナー量を測定しているので、ノイズの影響や像担持体2への照射光量の変動の影響を受け難く、高精度なトナー量測定が可能となる。

【0034】また、この第1実施形態では、予め暗出力電圧Vp0, Vs0を暗出力情報として求めておき、実際のトナー量測定の際に検出される出力電圧(受光量情報)Vp, Vsから暗出力電圧Vp0, Vs0を差し引いて補正していることから、暗出力電圧Vp0, Vs0の影響を排除してトナー量測定精度をより一層向上させることができる。

【0035】また、暗出力を求める際には、発光素子1を確実に消灯する必要があるが、この第1実施形態によれば、上記したように入力オフセット電圧41を印加することで発光素子1を確実に消灯することができる。

【0036】なお、上記実施形態では、出力比(=Sig P2/Sig S2)に基づきトナー量を求めているが、もちろん出力比(=Vs2/Vp2)に基づきトナー量を求めたり、p偏光の光量とs偏光の光量との相関関係に基づきトナー量を求めるようにしてもよい。このように出力比や相関関係に基づきトナー量を求める場合には、予めトナー量が既知の標準試料などを用いて各トナー量での出力比や相関関係を求めておき、メモリ62に記憶しておけばよい。このような変形態様については、後で説明する実施形態においても共通するものである。

#### 【0037】B. 第2実施形態

ところで、上記第1実施形態では、像担持体2に付着しているトナーのトナー色とは無関係にトナー量検出

(1)を実行してトナー量を測定しているが、図7および図8からわかるようにカラートナー(図7)とブラックトナー(図8)とでトナー量に対する出力電圧の変化の様子が相違している。そこで、第2実施形態では、2種類のトナー量検出(1)、(2)を予め用意し、像担持体2に付着しているトナーのトナー色に応じてトナー量検出を選択的に実行している。以下、図9および図10を参照しつつ第2実施形態について詳述する。なお、この第2実施形態ならびに後で説明する第3および第4実施形態では、画像形成装置の電気的および光学的構成は第1実施形態のそれらと全く同一であるため、それらの説明については省略し、具体的なトナー量測定フローを中心に説明する。

【0038】図9はこの発明にかかる画像形成装置の第2実施形態の動作を示すフローチャートである。この実施形態では、第1実施形態と同様に、ステップS1、S2を実行して消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力電圧Vp0、Vs0を検出して記憶している。そして、次のステップS4で像担持体2に付着しているトナーがカラートナーであるのか、ブラックトナーであるのかを判断する。この種の画像形成装置では、像担持体2にトナー像を形成する手順を記憶したシーケンス制御情報を保持しており、現在作成中のトナー色に関する情報はもとより、センサの対面に位置するトナー像のトナー色に関する情報も含まれているため、このトナー色情報に基づき制御ユニット6がステップS4の判断を実行すればよい。

【0039】このステップS4で、像担持体2上に付着するトナーがカラートナーであると判断したときには、ステップS3に進んでトナー量検出(1)を実行する。なお、このトナー量検出動作については、第1実施形態のそれと全く同一であるため、ここでは説明を省略する。一方、ステップS4で、像担持体2上に付着するトナーがブラックトナーであると判断したときには、ステップS5に進んでトナー量検出(2)を実行する。

【0040】図10は、図9のトナー量検出(2)の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出

(2)では、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(2)を設定し、この光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる(ステップS51)。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧Vp、Vsが制御ユニット6に入力されるが、このトナー量検出(2)ではp偏光の出力電圧Vpのみを検出する(ステップS52)。

【0041】次のステップS53では、p偏光に関して出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いてブラックトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号Sig P2を求めている(ステップS53)。このように、この実施形態においても、第1実施形態と同様に、測定された出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を取り除いているので、ブラックトナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、ブラックトナー量を反映した出力を得ることができる。

【0042】次のステップS54では、上記のようにして補正された光量信号Sig P2に基づきトナー量D1を検出する。というのも、ブラックトナーが像担持体2に付着する場合には、図8に示すように、ブラックトナー量の増大にしたがってp偏光およびs偏光の出力電圧は単調減少するからである。また、p偏光の出力電圧とs偏光の出力電圧とを対比した場合、p偏光のダイナミックレンジがs偏光のそれよりも大きくなっているため、より広いダイナミックレンジを有するp偏光の出力電圧に基づきトナー量を検出することでより高精度なトナー量検出が可能となる。

【0043】なお、上記実施形態ではビームスプリッタの特性によりp偏光のダイナミックレンジがs偏光のそれよりも大きくなっているが、別の特性を持つビームスプリッタを用いるなどしてs偏光のダイナミックレンジがp偏光のそれを上回る場合もありえる。その場合はs偏光の出力電圧に基づくトナー量検出も可能である。

【0044】以上のように、この第2実施形態によれば、第1実施形態と同様の作用効果に加え、次のような作用効果が得られる。すなわち、第2実施形態では、相互に異なる2種類のトナー量検出(1)、(2)を予め用意し、像担持体2に付着しているトナーのトナー色に応じてトナー量検出を選択的に実行するように構成しているので、各トナー色に対応した最適な検出フローでトナー量を検出することができ、トナー量をより高精度に測定することができる。

#### 【0045】C. 第3実施形態

ところで、トナー量に対する出力電圧の減少率は、例えば図11の破線に示すように、高濃度領域では中濃度や



低濃度側に比べて小さくなっており、例えば第2実施形態の如く光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させた場合の高濃度領域TRに対応する出力変化幅DR(p2)を有することとなる。その結果、高濃度領域でのトナー量の測定精度は中濃度や低濃度領域でのそれに比べて低下する。そこで、以下に説明する第3実施形態では、高濃度のブラックトナー量を測定する際には照射光量を高めて高濃度領域での出力変化幅を広げることで高濃度領域TRでの測定精度の向上を図っている。

【0046】図12はこの発明にかかる画像形成装置の第3実施形態の動作を示すフローチャートである。この実施形態では、ステップS1、S2を実行して消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力電圧Vp0、Vs0を検出して記憶している。そして、次のステップS4で像担持体2に付着しているトナーがカラートナーであるのか、ブラックトナーであるのかを判断し、像担持体2上に付着するトナーがカラートナーであると判断したときには、ステップS3に進んでトナー量検出(1)を実行する。なお、このトナー量検出動作については、第1実施形態のそれと全く同一であるため、ここで説明を省略する。一方、ステップS4で、像担持体2上に付着するトナーがブラックトナーであると判断したときには、ステップS6に進む。

【0047】このステップS6では、像担持体2の付着するトナーの濃度が高濃度であるのか、中濃度または低濃度であるのかを判断する。この種の画像形成装置では、像担持体2に形成するトナー像に関する画像情報を保持する手段を備えている。この画像情報に基づけばトナー像のトナー濃度に関して大まかな判断をすることができるので、この画像情報に基づき制御ユニット6がステップS6の判断を実行すればよい。

【0048】そして、ステップS6で中濃度または低濃度であると判断したときには、ステップS5に進んでトナー量検出(2)を実行する。なお、このトナー量検出動作については、第2実施形態のそれと全く同一であるため、ここで説明を省略する。一方、ステップS6で、高濃度であると判断したときにはステップS7に進んでトナー量検出(3)を実行する。

【0049】図13は図12のトナー量検出(3)の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出(3)では、トナー像を形成する前に以下の作業しておく。まず、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(3)を設定し、この光量制御信号S1c(3)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させるとともに、p偏光の出力電圧Vp3を検出する。また、これに続いて光量制御信号S1cとして光量制御信号S1c(3)を超える信号レベルの信号S1c(4)を設定し、この光量制御信号S1c(4)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させるとともに、p偏光の出力

電圧Vp4を検出する(ステップS71)。

【0050】そして、これらの検出結果から光量制御特性を導出する(ステップS72)。具体的には、図14に示すように、光量制御信号S1c(3)での出力電圧Vp3と、光量制御信号S1c(4)での出力電圧Vp4と、暗出力Vp0とに基づき光量制御特性を決定し、不感帯の上限値S1c(1)を求める。それに続いて、照射光量を増大させるために光量制御信号の信号レベルを第1および第2実施形態での信号レベルS1c(2)から信号レベルS1c(5)に増大させる(ステップS73)。例えば、光量アップ倍率を3倍とするときには、図3に示すように、光量制御信号S1c(5)は次式

$$S1c(5) = S1c(1) + 3 \times (S1c(2) - S1c(1))$$

で求められる値に設定される。そして、この変更後の光量制御信号S1c(5)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧Vp、Vsが制御ユニット6に入力されるが、光量制御信号の変更によって像担持体2への照射光量が高くなり、その結果、p偏光の出力電圧が図11の実線に示す如く高電圧側にシフトするとともに、高濃度領域TRに対する出力電圧の変化幅DR(p5)が広がる。さらに、光量制御信号は光量制御信号特性を導出した上で設定値を変更しているため、トナー量に対して高精度な出力電圧を得ることができる。

【0051】次のステップS74では、トナー像を形成した後、そのトナー像におけるp偏光の出力電圧Vpを検出する。それに続いて、この出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いて高濃度領域におけるブラックトナー量に対応するp偏光の光量信号SigP5を求めている(ステップS75)。このように、この実施形態においても、第1実施形態と同様に、測定された出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を取り除いているので、ブラックトナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、ブラックトナー量を反映した出力を得ることができる。

【0052】こうして検出した光量信号SigP5は照射光量を増大させた状態での値であるため、次のステップS76では、光量アップ倍率を考慮した上でトナー量を検出する(ステップS76)。

【0053】以上のように、この第3実施形態によれば、第1および第2実施形態と同様の作用効果に加え、次のような作用効果が得られる。すなわち、第3実施形態では、高濃度のブラックトナーが像担持体2上に付着しているときには、照射光量を高めて高濃度領域TRに対するp偏光の出力電圧の変化幅DR(p2)からより広い

変化幅DR (p5)に広げてトナー量の測定を行っているの  
で、中濃度や低濃度領域のみならず高濃度領域において  
も高精度なトナー量測定を行うことができる。つまり、  
トナー濃度にかかわらずブラックトナー量を高精度で測  
定することができる。さらに、照射光量を高める際に光  
量制御信号特性を導出した上で光量設定値を変更してい  
るため、より高精度なトナー量測定をすることができ  
る。

【0054】なお、上記第3実施形態では、光量アップ  
倍率を「3倍」としているが、光量アップ倍率はこれに  
限定されるものではなく、任意の倍率で光量をアップさ  
せることができる。

【0055】また、上記第3実施形態では反射光量の減  
少が激しいブラックトナーの測定に関して説明してきた  
が、カラートナーの測定においても高濃度領域の出力変  
化幅の減少は避けることができない。したがって、図1  
2のステップS4で「カラー」と判断された場合にも  
「ブラック」の場合に説明した方法と同様な処理を適用  
することにより、カラートナーのトナー量をより高精度  
に測定することができることは言うまでもない。

#### 【0056】D. 第4実施形態

ところで、上記第1ないし第3実施形態では、トナー量  
が最大値に設定されているときの各光量信号 ( $V_p - V_{p0}$ ,  $V_s - V_{s0}$ ) がともに同一値となるように各アンプ回  
路73p, 73sのゲインを設定しているが、この場  
合、図15の破線で示すように、s偏光の出力電圧のダ  
イナミックレンジDR (g0)は比較的狭くなっている。し  
かし、アンプ回路73sのゲインを高めると、同図の実  
線に示すようにs偏光の出力電圧のダイナミックレンジ  
はダイナミックレンジDR (g1)に広がり、トナー量をよ  
り高精度に測定することが可能となる。具体的には、こ  
の改良実施形態では、トナー量検出(1)の代わりに図  
16に示すトナー量検出(4)が実行される。

【0057】図16はトナー量検出(4)の動作を示す  
フローチャートである。このトナー量検出(4)では、  
光量制御信号Slcとして不感帯を超える信号レベルの信  
号Slc(2)を設定し、この光量制御信号Slc(2)を照射光  
量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる(ス  
テップS81)。すると、発光素子1からの光が像担持  
体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光  
のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7  
によって検出され、各光量に対応する出力電圧 $V_p$ ,  $V_s$   
が制御ユニット6に入力される(ステップS82)。な  
お、この改良実施形態では、予めアンプ回路73sのゲ  
インが第1実施形態におけるゲインのM倍 ( $M > 1$ ) に  
設定されているため、s偏光の出力電圧のダイナミック  
レンジはダイナミックレンジDR (g0)からダイナミック  
レンジDR (g1)に高められている。

【0058】次のステップS83で、次式にしたがって  
p偏光の光量信号SigP2およびs偏光の光量信号Sig

S2を求める。

$$\text{【0059】 } \text{SigP2} = V_p - V_{p0}$$

$$\text{SigS2} = (V_s - V_{s0}) / M$$

そして、上記のようにして補正された光量信号SigP  
2, SigS2の比を求め(ステップS84)、その出力比  
( $= \text{SigP2} / \text{SigS2}$ )に基づきトナー量を検出する  
(ステップS85)。

#### 【0060】E. その他

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものでは  
なく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの  
以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上  
記実施形態では、受光ユニット4, 70p, 70sが図  
2に示すように構成されており、各受光ユニット4, 7  
0p, 70sのオペアンプOPから受光量(反射光量)  
に応じた出力電圧V0が出力される。ここで、図17に  
示すようにオペアンプOPの出力端子と接地電位との間  
に可変抵抗VRを追加すれば、次のような作用効果が得  
られる。つまり、図17の受光ユニットでは、可変抵抗  
VRを操作することによって当該出力端子と受光素子P  
S(実施形態における42, 72p, 72s)のカソード  
端子との間の合成抵抗 $R'$ を変更し、ゲイン調整を行  
うことができる。そのため、ゲイン調整によって反射光  
量に対する出力電圧V0の出力態様を図18に示すよう  
に変更することができる。したがって、装置構成に応じ  
て受光ユニットのゲインを調整することにより適切で、  
しかも高精度なトナー量測定が可能となる。

【0061】また、図17に示す受光ユニットによれ  
ば、出力電圧V0は

$$V_0 = i \cdot R' + k \cdot V_{\text{off}}$$

(ただし、kはオペアンプOPと抵抗VRによる正帰還  
増幅率である)となり、反射光量がゼロである場合であ  
っても、ゲインを高く設定することでオフセット電圧は  
高くなってしまう。そのため、反射光量が中・高領域で  
は出力電圧が飽和してしまい、測定可能な範囲が狭まっ  
てしまう。

【0062】そこで、このような問題を解消するため  
は、図19に示すように可変抵抗VRをオペアンプOP  
の非反転入力端子と出力端子との間に介挿すればよい。  
このように構成された受光ユニットでは、出力端子から  
出力される電圧V0は、

$$V_0 = i \cdot R' + V_{\text{off}}$$

となり、反射光量に対する出力電圧V0は図20に示す  
ように変化する。つまり、反射光量がゼロであるときの  
オフセット電圧は常に電圧 $V_{\text{off}}$ となり、上記問題を解  
消することができる。

【0063】また、上記実施形態では、偏光ビームスプ  
リッター3によって照射光からs偏光を完全に取り除く  
ことを前提として説明したが、実際上は完全に分離する  
ことは難しく、照射光にs偏光が含まれることがある。  
このようにp偏光とs偏光とが1:n(ただし、 $n <$



1) の比で含まれる照射光を用いても上記実施形態と同様にトナー量を測定することができる。また、像担持体2への照射光としてp偏光を採用しているが、s偏光のみからなる照射光や、p偏光とs偏光とが $m:1$

(ただし、 $m < 1$ ) の比で含まれる照射光を用いてもよい。

【0064】また、上記第1ないし第3実施形態、ならびに改良実施形態では、反射光のうち互いに異なる光成分(p偏光、s偏光)に分割し、これらの光成分に基づきトナー量を測定しているが、(1)複数の光成分のうちの一、例えばp偏光のみを受光し、p偏光の光量に基づきトナー量を測定する画像形成装置、(2)反射光をそのまま受光し、その反射光量に基づきトナー量を測定する画像形成装置などの画像形成装置全般に本発明を適用することができる。

【0065】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、受光素子の出力に所定の出力オフセットを付与することで図22における一点鎖線に示すような不感帯の影響を排除して反射光量に応じた出力が得られるので、感光体や転写媒体などの像担持体上に付着するトナー量を高精度に測定することができる。

【0066】また、制御手段から与えられる光量制御信号に応じて発光素子を制御し、発光素子から照射される光量を制御する構成において、制御手段から与えられる光量制御信号が所定の入力オフセットを超えない間、発光素子が消灯されるように照射光量調整手段を構成しているため、光量制御信号の信号レベルを所定値以下に設定することで発光素子を確実に消灯させることができ、装置の誤作動を未然に防止してトナー量を高精度に測定することができる。

【0067】また、像担持体上のトナー濃度に応じた光量制御信号を照射光量調整手段に与えて照射光量を調整するように構成することで、トナー濃度が低濃度から高濃度に至るまで広範囲にわたって像担持体上のトナー量を精度良く測定することができる。

【0068】また、照射光量の調整に先立って、互いに異なる2つの光量制御信号を照射光量調整手段に与え、各光量制御信号に設定したときの受光素子からの出力と、各光量制御信号とから光量制御特性を求める一方、照射光量の調整にあたっては、当該光量制御特性に基づき照射光量調整手段に与える光量制御信号を決定するように制御手段を構成することで、照射光量を適切に、しかも高精度に制御することができ、トナー量を高精度に測定することができる。

【0069】さらに、発光素子が消灯されている際に受光素子から出力される信号が示す受光量情報を暗出力情報として一時的に記憶しておき、発光素子を点灯したときに受光素子から出力される信号が示す受光量情報から暗出力情報を差し引き、その差引値に基づきトナー量を

求めるように構成しているので、暗出力の影響を排除してトナー量を高精度で測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる画像形成装置の第1実施形態を示す図である。

【図2】図1の画像形成装置で採用されている受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図3】図1の画像形成装置における光量制御特性を示す図である。

【図4】図1の画像形成装置における反射光量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図5】図1に示す画像形成装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】トナー量検出(1)の動作を示すフローチャートである。

【図7】カラートナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図8】ブラックトナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図9】この発明にかかる画像形成装置の第2実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図10】図9のトナー量検出(2)の動作を示すフローチャートである。

【図11】照射光量を増大させたときのブラックトナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図12】この発明にかかる画像形成装置の第3実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図13】図12のトナー量検出(3)の動作を示すフローチャートである。

【図14】光量制御信号に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図15】s偏光のアンブゲインを増大させたときのトナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図16】トナー量検出(4)の動作を示すフローチャートである。

【図17】この発明にかかる画像形成装置に採用可能な別の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図18】図17の受光ユニットから出力される電圧の反射光量に対する変化の様子を示すグラフである。

【図19】この発明にかかる画像形成装置に採用可能な他の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図20】図19の受光ユニットから出力される電圧の反射光量に対する変化の様子を示すグラフである。

【図21】従来の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

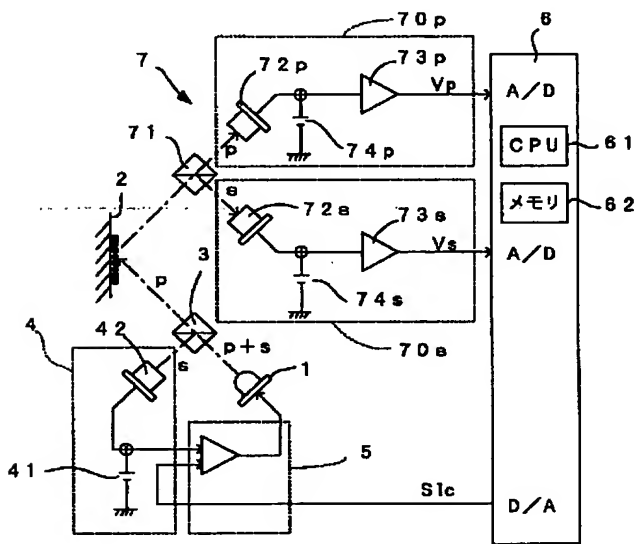
【図22】出力オフセット電圧を印加しないときの反射光量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【符号の説明】

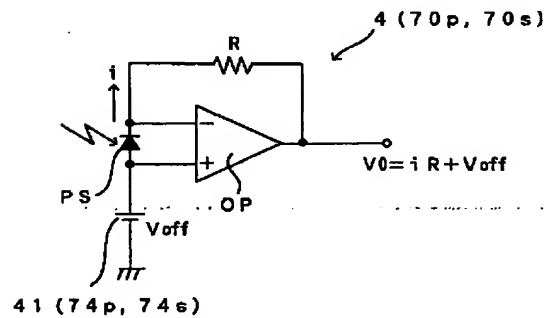
- 1…発光素子  
 2…像担持体  
 3…偏光ビームスプリッター（照射側ビームスプリッター）  
 4…照射光量モニタ用受光ユニット（照射光量モニタ手段）  
 5…照射光量調整ユニット  
 6…制御ユニット  
 7…反射光量検出ユニット  
 41…入力オフセット電圧  
 42, 72p, 72s, PS…受光素子

- 61…CPU  
 62…メモリ  
 70p, 70s…受光ユニット  
 71…偏光ビームスプリッター  
 74p, 74s…出力オフセット電圧  
 SigP2, SigP5…(p偏光の) 光量信号  
 SigS2…(s偏光の) 光量信号  
 Slc, Slc(0)~Slc(5)…光量制御信号  
 Vp0, Vs0…暗出力電圧  
 Vp…(p偏光の) 出力電圧  
 Vs…(s偏光の) 出力電圧

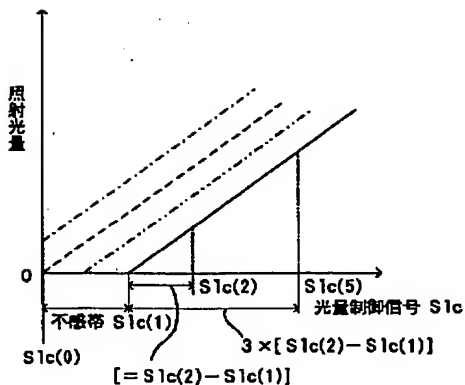
【図1】



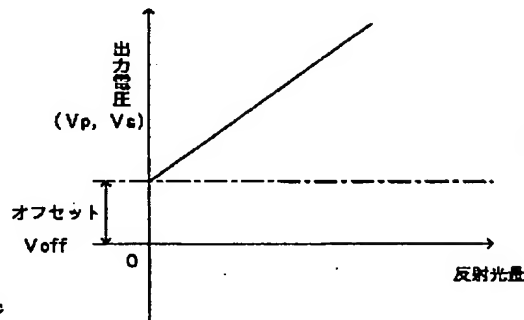
【図2】



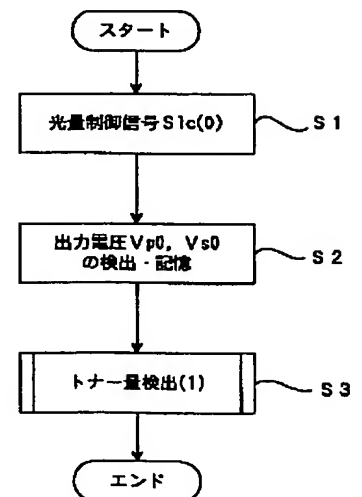
【図3】



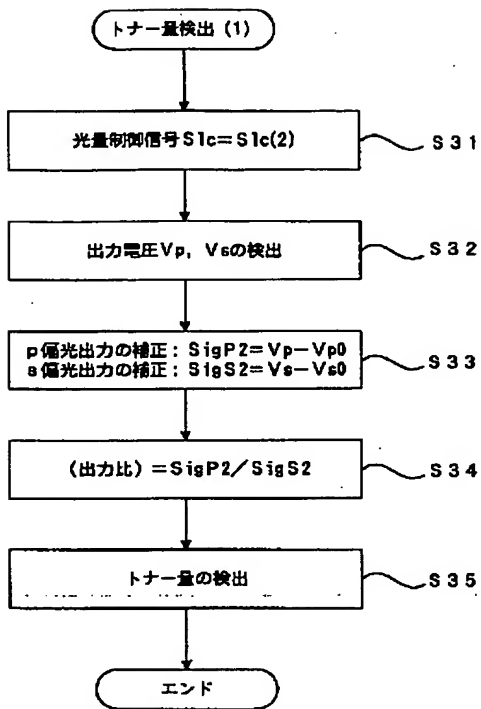
【図4】



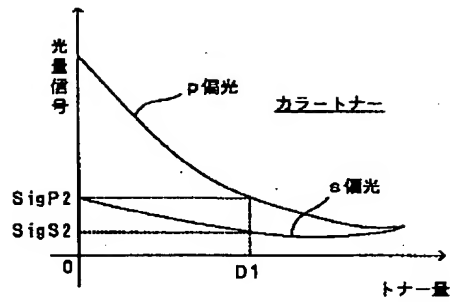
【図5】



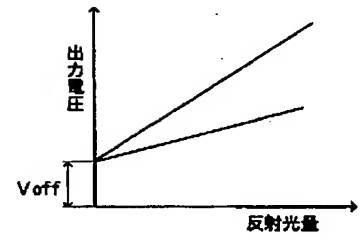
【図6】



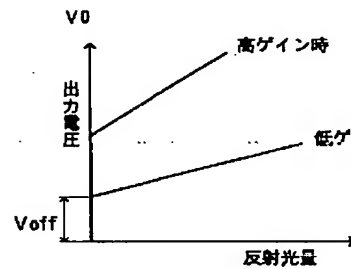
【図7】



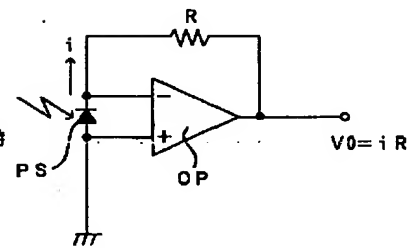
【図20】



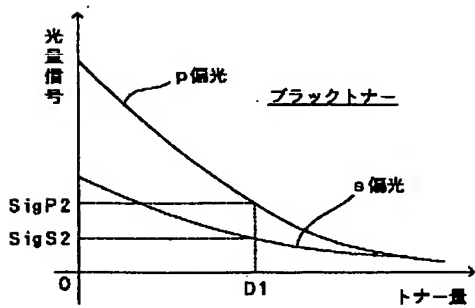
【図18】



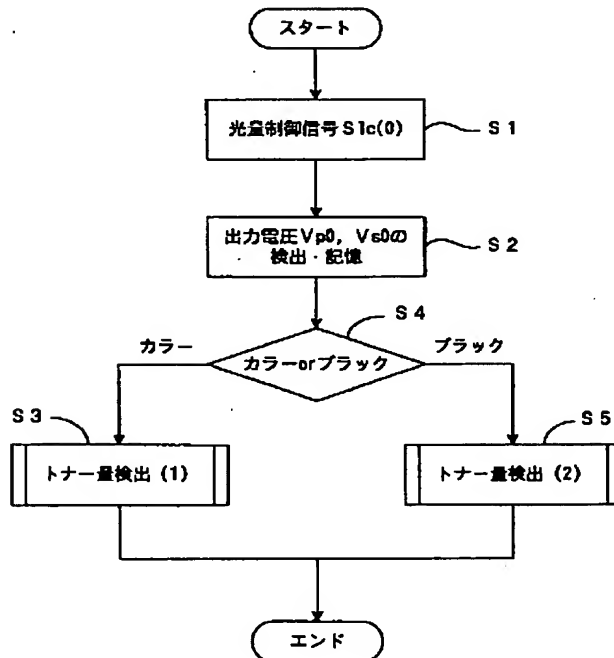
【図21】



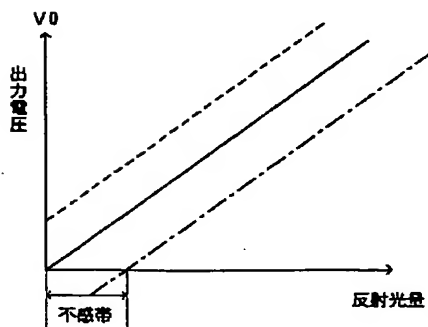
【図8】



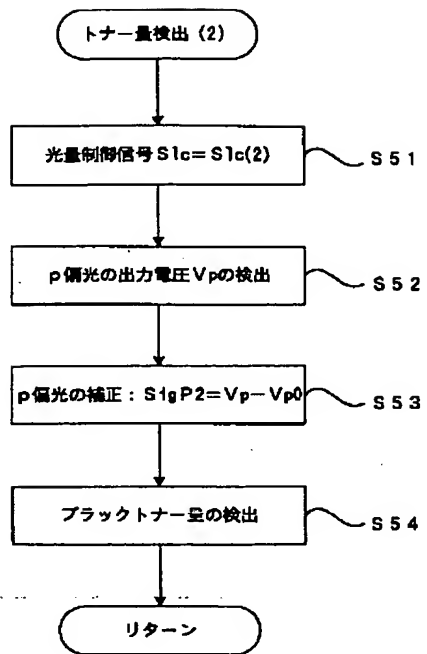
【図9】



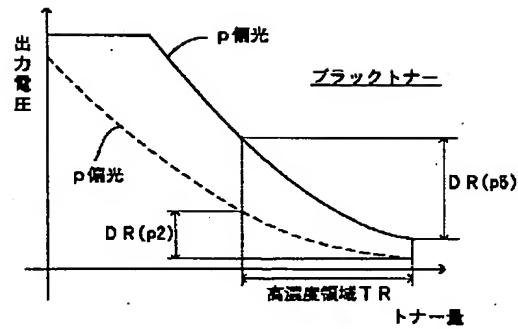
【図22】



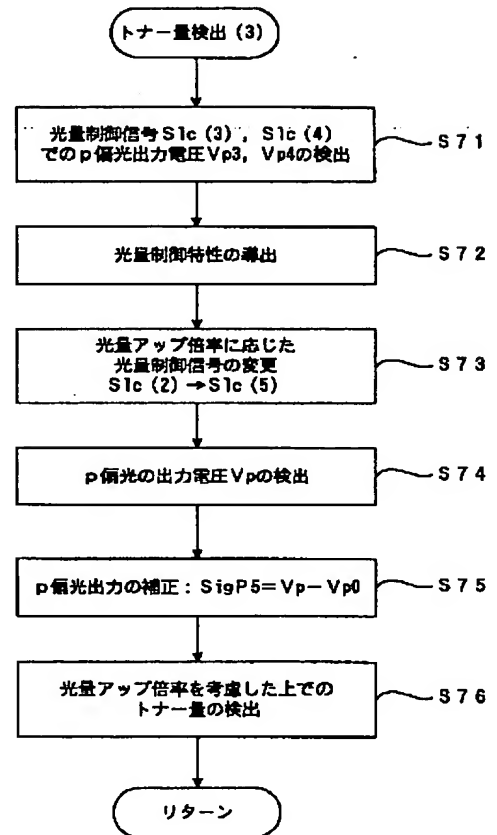
【図10】



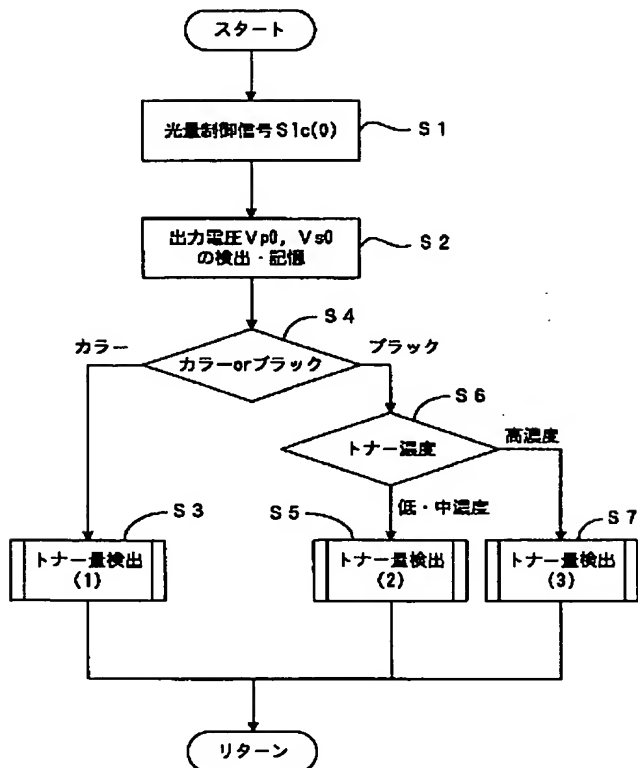
【図11】



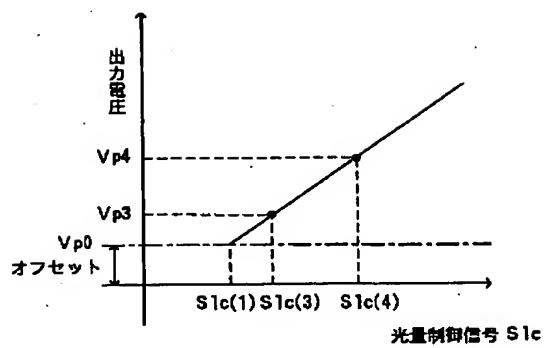
【図13】



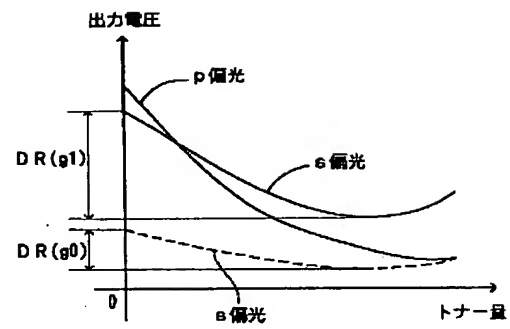
【図12】



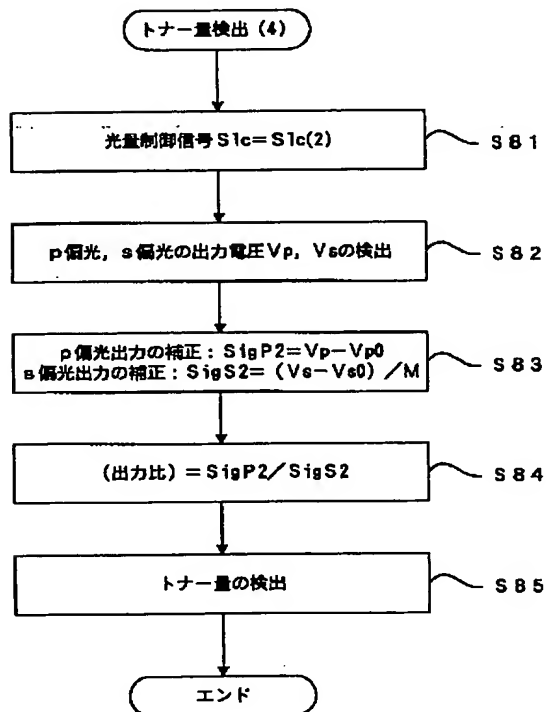
【図14】



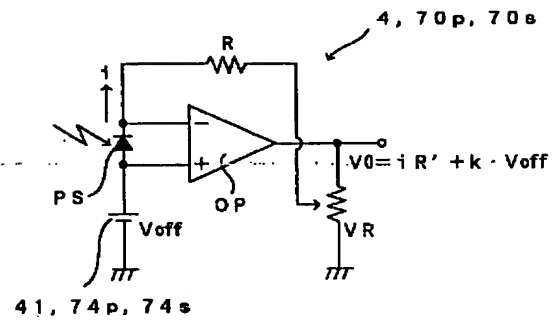
【図15】



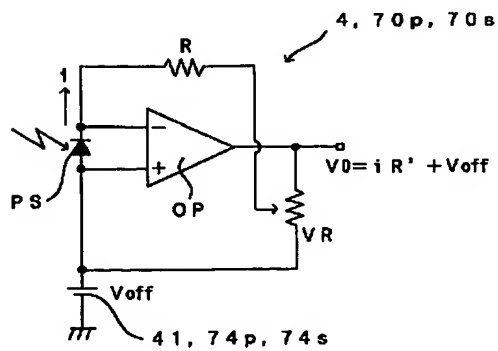
【図16】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 中澤 良雄  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2G059 BB10 CC20 EE02 EE05 EE13  
GG02 GG04 GG05 JJ19 JJ22  
KK01 KK03 MM09 MM10 MM17  
PP03  
2H027 DA10 DE02 DE07 EB04 EC06  
EC09 HB09 HB17 ZA07